

## INTISARI

Fenol adalah senyawa *intermediate* yang banyak digunakan sebagai detergen, senyawa kimia untuk perkebunan, obat-obatan, pewarna, *plasticizer* serta senyawa penyusun resin fenolik yang bermanfaat untuk pembuatan alat-alat rumah tangga. Walaupun Indonesia sudah memiliki beberapa pabrik fenol, akan tetapi kebutuhannya masih cukup tinggi ditandai dengan jumlah impor yang tiap tahunnya cukup besar. Sebagai negara agraris, Indonesia menghasilkan limbah tandan kosong kelapa sawit (TKKS) dalam jumlah besar yang dapat dikonversi menjadi senyawa organik, salah satunya adalah fenol.

Pabrik ini akan dirancang dengan kapasitas 40.000 ton/tahun, dan dirancang untuk beroperasi secara kontinyu selama 24 jam sehari dalam 330 hari/tahun. Bahan baku utama yang akan digunakan adalah Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) dengan kebutuhan sebanyak 53.904,95 ton/tahun, serta bahan baku pendukung air sebanyak 286.262,98 ton/tahun.

Pabrik ini menggunakan proses *hydrothermal liquefaction*. Proses dalam pabrik diawali dengan proses pre-treatment dimana bahan baku TKKS akan mengalami proses pengecilan dengan menggunakan *cutter mill*. Butiran halus TKKS akan diumpankan ke dalam *mixer* dan dicampurkan dengan air. Setelah dinaikkan suhu dan tekanannya, campuran slurry ini akan diumpankan dalam reaktor alir tangki berpengaduk yang bekerja pada suhu operasi 330°C dan tekanan 246 atm, yang dilengkapi koil pemanas. Reaksi dalam reaktor menghasilkan produk 3 fasa berupa liquid (air, fenol dan turunan fenol), *uncondensable gas* dan *solids* (char dan TKKS). Campuran padatan dari hasil reaksi ini dipisahkan dengan menggunakan *hydrocyclone* yang disusun secara seri. Setelah itu, fluida akan diturunkan tekanannya menggunakan *expansion valve* hingga tekanan atmosferis dan didinginkan menggunakan *cooler*. Campuran gas-cair kemudian dipisahkan dengan menggunakan *flash drum* yang akan memisahkan fenol dari *uncondensable gas* dan sebagian air. Arus bawah *flash drum* yang berupa campuran fenol dan turunannya akan diturunkan kandungannya menggunakan *triple-effect evaporator*. Keluaran dari *triple-effect evaporator* akan dimurnikan dengan menggunakan 2 menara distilasi yang akan digunakan untuk memurnikan fenol dari air dan turunannya sehingga akan didapatkan fenol dengan kemurnian akhir 99,97 %.

Pabrik ini akan direncanakan untuk didirikan di Provinsi Riau tepatnya di Kawasan Industri Dumai (KID) yang tepatnya berada di Pelintung, Kecamatan Medang Kampai, Kota Dumai. Pabrik ini direncanakan akan dibangun dengan luas lahan pabrik sebesar 7,03 ha serta membutuhkan 358 orang karyawan. Pabrik ini membutuhkan energi listrik sebesar 2,25 MW yang disediakan oleh PT. Perusahaan Listrik Negara (PLN). Kebutuhan air untuk pabrik ini

akan disuplai dari laut sebesar 71.276,55 kg/jam, sedangkan kebutuhan udara sebesar 7.949,63 kg/jam.

Analisis ekonomi pada pabrik ini memberikan hasil modal tetap sebesar \$ 95.074.820,49 + Rp456.604.296.579,61, modal kerja sebesar \$18.708.201,77 + Rp9.079.657.484,64. Pabrik ini tergolong *high risk* dengan nilai ROI *before tax* (ROI<sub>b</sub>) 31,16%, POT *before tax* 2,43 tahun, BEP 45,26%, SDP 23,66%, dan DCFRR 22,95%. Berdasarkan evaluasi ekonomi diatas, pabrik ini kurang menarik untuk dibangun secara ekonomi berdasarkan analisis POT dan ROI. Jika pabrik ini ingin dibangun, diperlukan banyak lagi penelusuran alternatif rangkaian proses yang dapat menghasilkan evaluasi ekonomi yang lebih menarik.

Kata kunci: Fenol, Tandan Kosong Kelapa Sawit, *Hydrothermal Liquefaction*

## ABSTRACT

Phenol is an intermediate compound that is widely used as a detergent, chemical compound for plantations, medicine, dye, plasticizer, and phenolic resin constituent compounds that are useful for the manufacture of household appliances. Despite of having several phenol plants, the demand in Indonesia is still quite high indicated by the large number of imports each year. As an agricultural country, Indonesia produces large amounts of empty oil palm fruit bunches (TKKS) which can be converted into organic compounds, one of which is phenol.

This plant will be designed with a capacity of 40,000 tons/year and will be operating continuously 24 hours a day for 330 days/year. The main raw materials to be used are Oil Palm Empty Fruit Bunches (OPEFB) with a need of 53.904,95 tons/year, as well as water supporting raw materials of 286.262,98 tons/year.

This plant uses a hydrothermal liquefaction process. The process in the factory begins with a pre-treatment process where the OPEFB raw material will undergo a reduction process using a cutter mill. The OPEFB fine powder will be fed into the mixer and mixed with water. After increasing the temperature and pressure, this slurry mixture will be fed to a stirred tank flow reactor operating at an operating temperature of 330°C and a pressure of 246 atm, which is equipped with a heating coil. The reaction in the reactor produces 3-phase products in the form of liquid (water, phenol, and phenol derivatives), non-condensable gas and solids (char and EFB). The solid mixture from this reaction is separated by using a hydrocyclone arranged in series. After that, the fluid will be reduced in pressure using an expansion valve to atmospheric pressure and cooled using a cooler. The gas-liquid mixture is then separated using a flash drum which will separate the phenol from the non-condensable gas and some of the water. The undercurrent of the flash drum in the form of a mixture of phenol and its derivatives will be reduced in water content using a triple-effect evaporator. The output from the triple-effect evaporator will be purified using 2 distillation towers which will be used to purify phenol from water and its derivatives so that phenol with a final purity of 99,97% will be obtained.

This plant is planned to be established in Riau Province, precisely in the Dumai Industrial Estate (KID), which is located in Pelintung, Medang Kampai District, Dumai City. This factory is planned to be built with a factory area of 7,03 ha and requires 358 employees. This factory requires 2,25 MW of electrical energy provided by PT. PLN. The water requirement for this factory will be supplied from the sea, amounting to 71.276,55 kg/hour, while the air requirement is 7.949,63 kg/hour.

The economic analysis has been conducted and requires a fixed capital of \$125.710.151,87 and a working capital of \$19.317.390,78. This phenol plant is considered as high-risk chemical plant with ROI before tax ( $ROI_b$ ) 31,16%, POT before tax ( $POT_b$ ) 2,43 years, BEP 45,26%, SDP 23,66% and DCFRR around 22,95%. Based on the analysis, this plant is not economically viable based on POT and ROI analysis. If this plant is to be built, it is necessary to explore more alternative series of processes that can result in a more interesting economic evaluation.

*Keywords: Phenol, Palm Oil Empty Fruit Bunch, Hydrothermal Liquefaction*